**Auvergne Energie Solutions**
**18 allée Evariste Galois**
**63170 AUBIERE**
Tél : 04.73.28.92.63 - fax : 04.73.28.97.08
Courriel : contact@bet-aes.fr

**DOSSIER DCE EP N° 03-26-1448**

# Cahier des Clauses Techniques Particulières

## LOT 03 PHOTOVOLTAIQUE

## CREATION D'UNE OMBRIERE PHOTOVOLTAIQUE – CAMPUS DES CEZEAUX AUBIERE

**MAITRE D'OUVRAGE**

UNIVERSITÉ Clermont Auvergne

*49 Boulevard François Mitterrand*
*CS 60032*
*63000 CLERMONT-FERRAND*

**MAITRE D'OEUVRE**

Atelier d'architectures TRIAGONAL

*1 rue Saint Laurent*
*63000 CLERMONT-FERRAND*

# SOMMAIRE

**0 - GENERALITES ..... 2**

0.1 - INTRODUCTION ET PRESENTATION DU PROJET ..... 2
0.2 - CONSTITUTION DU DOSSIER ..... 2
0.3 - DESCRIPTIF SOMMAIRE DES TRAVAUX ..... 3
0.4 - PRESENTATION DES OFFRES ..... 3
0.5 - GARANTIES ..... 4

**1 - DESCRIPTION DES INSTALLATIONS ..... 5**

1.1 - MODULES PHOTOVOLTAIQUES ..... 5
*1.1.1 - Généralités ..... 5*
*1.1.2 - Modules photovoltaïques ..... 5*
*1.1.3 - Caractéristiques électriques ..... 5*
*1.1.4 - Conditions de tests et caractéristiques mécaniques ..... 6*
*1.1.5 - Dimensions ..... 6*
1.2 - SYSTEMES DE FIXATION ..... 7
*1.2.1 - Généralités ..... 7*
*1.2.2 - Installation ..... 7*
1.3 - COFFRET AC/DC ..... 7
1.4 - ONDULEUR ..... 8
1.5 - CABLAGE / RACCORDEMENT ..... 10
*1.5.1 - Côté continu ..... 10*
*1.5.2 - Côté alternatif ..... 10*
1.6 - RESEAU DE DISTRIBUTION ELECTRIQUE ..... 10
1.7 - LIAISON EQUIPOTENTIELLE MISE A LA TERRE ..... 11
1.8 - COUPURE GENERALE DE SECURITE ..... 11
1.9 - SIGNALETIQUE ..... 12
1.10 - MISE EN SERVICE, RECEPTION, FORMATION ..... 12
*1.10.1 - Mise en service ..... 12*
*1.10.2 - Réception ..... 12*
*1.10.3 - Formation ..... 12*
1.11 - INSTALLATIONS PROVISOIRES DE CHANTIER ..... 12
*1.11.1 - Installations de sécurité ..... 12*
*1.11.2 - Protection des ouvrages ..... 13*
1.12 - DOCUMENTS A FOURNIR ..... 13
*1.12.1 - Plans et études d'exécution ..... 13*
*1.12.2 - Schémas électriques ..... 13*
*1.12.3 - Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) ..... 13*

**2 - SPECIFICATIONS TECHNIQUES DETAILLEES ..... 15**

2.1 - SPECIFICATIONS GENERALES ..... 15
*2.1.1 - Normes et règlements ..... 15*
*2.1.2 - Limites de prestations ..... 16*
*2.1.3 - Coordination SPS Limites de prestations ..... 18*
*2.1.4 - Garanties, mise en service ..... 18*
*2.1.5 - Pièces à fournir ..... 18*
*2.1.6 - Mise en œuvre et coordination, phasage ..... 19*
*2.1.7 - Protection des ouvrages –Travaux de finition ..... 19*
*2.1.8 - Nettoyage et remise en état des lieux ..... 19*
2.2 - SPECIFICATIONS TECHNIQUES COURANTS FORTS ..... 20
*2.2.1 - Normes et règlements ..... 20*
*2.2.2 - Contrôles ..... 20*
*2.2.3 - Prescription techniques ..... 20*
*2.2.4 - Armoire de protection des circuits ..... 22*
*2.2.5 - Liaison équipotentielles ..... 22*
*2.2.6 - Protection contre les effets indirects de la foudre ..... 22*
*2.2.7 - Distributions électriques ..... 23*

# 0 - GENERALITES

## 0.1 - INTRODUCTION ET PRESENTATION DU PROJET

Le présent cahier des clauses techniques particulières (CCTP) a pour objet de définir les travaux d'installation d'un système d'ombrières photovoltaïques, à réaliser sur le Campus des Cézeaux à Aubière (63).

**L'installation est de type : autoconsommation individuelle sans revente de surplus.**
**(Puissance : 9.2 kWc – Surface : ~ 40 m²)**

Ce document définit les conditions à garantir en fonction des bases de calcul, décrit les installations à réaliser et précise les conditions de mise en œuvre.

Toutes les données (encombrements, dimensionnements en tout genre) sont fournies à titre indicatif afin de permettre à l 'entreprise de réaliser son chiffrage.

Les entreprises ont interdiction de modifier les principes constructifs des installations décrites et qui pourraient remettre en cause :

- La sûreté et sécurité des installations aux regards des normes spécifiques du Code du travail
- La facilité d'exploitation.
- Le niveau de qualité requis des équipements et prestations

Les prescriptions générales tous corps d'état sont applicables au présent lot, et sont complétées par les prescriptions particulières ci-après.

## 0.2 - CONSTITUTION DU DOSSIER

Le dossier DCE du présent lot est constitué, pour ses pièces particulières, des documents suivants :

| INTITULÉ DU DOCUMENT | ÉCHELLE | TYPE | NOM | DATE | INDICE |
|---|---|---|---|---|---|
| CCTP | SANS | A4 | 260706_1448_DCE_ELEC_CCTP | 06/07/2026 | 0 |
| DPGF | SANS | A4 | 260706_1448_DCE_ELEC_DPGF | 06/07/2026 | 0 |
| Plan masse ombrière photovoltaïque - PV00 | 1/50° | A0 | 260706_1448_DCE_ELEC_ Plan PV00 | 06/07/2026 | 0 |
| Façade Nord - PV01 | 1/50° | A3 | 260706_1448_DCE_ELEC_ Plan PV01 | 06/07/2026 | 0 |

L'entrepreneur devra également prendre connaissance de l'ensemble des pièces d'appel d'offres administratives et techniques réalisées par l'équipe de Maîtrise d'Œuvre et le Bureaux de Contrôle.

## 0.3 - DESCRIPTIF SOMMAIRE DES TRAVAUX

Ces travaux sont réalisés selon les règles de l'art et en parfaite conformité avec les normes et règlements en vigueur et comprennent principalement :

- Les généralités & l'installation de chantier
- Le raccordement sur la liaison équipotentielle principale du bâtiment
- Les liaisons équipotentielles et la mise à la terre de chaque équipement
- La fourniture, la pose et le raccordement des modules photovoltaïques,
- La fourniture et pose de l'ensemble des équipements de fixations
- La fourniture, la pose et le raccordement des boîtes de jonction
- La fourniture, la pose et le raccordement des coffrets et dispositif d'interconnexion
- La fourniture, la pose et le raccordement des onduleurs,
- La fourniture, la pose et le raccordement du coffret AC/DC
- La fourniture, la pose et le raccordement des dispositifs de protection et de sectionnement
- Les protections parafoudres AC et DC et leur raccordement

## 0.4 - PRESENTATION DES OFFRES

Les installations devront être livrées complètes, en ordre de marche ; le CCTP est établi pour renseigner les entrepreneurs sur la nature des travaux à effectuer; sauf indications contraires, les prestations citées sur le CCTP et sur les plans du présent lot sont dus en fourniture et pose.

Il convient de signaler que cette description n'a pas un caractère limitatif et que l'entreprise attributaire du présent lot devra exécuter comme étant compris dans son prix, sans exception ni réserve, les travaux de la profession nécessaires et indispensables à l'achèvement complet de l'ouvrage.

L'entreprise est réputée avoir pris connaissance de l'ensemble du dossier de consultation, et réputée avoir en particulier demandé tous renseignements qu'elle jugerait utiles à l'architecte et à l'ingénieur conseil afin d'établir son offre sous forme de PRIX NET ET FORFAITAIRE.

Le document Décomposition des Prix Globale et Forfaitaire a caractère de renseignements pour faciliter le chiffrage de l'entreprise, l'analyse des offres, l'élaboration et le contrôle des situations des travaux.

**Le document D.P.G.F. n'est pas un document contractuel, l'entreprise devra s'assurer de la concordance entre sa propre étude et celui-ci. Il n'a valeur contractuelle que sur les prix unitaires et le montant total.**

L'entrepreneur est tenu de vérifier les quantités, à y apporter toutes modifications ou sujétions qu'il juge nécessaire.

L'entreprise devra remettre son offre en suivant l'ordre et le détail donnés dans la D.P.G.F. Les prix seront donnés fournis posés.

L'entrepreneur devra répondre dans son prix de base strictement sur les marques de matériels indiqués dans les documents fournis à l'appel d'offre, ou sur mes matériels présentant strictement les mêmes caractéristiques techniques et les mêmes garanties.

Il pourra, malgré tout, proposer des variantes d'entreprise en plus ou moins-value pour des matériels différents, dans le respect du présent projet sur une feuille à part à la fin du DPGF.

Ces variantes seront examinées avec le B.E.T. et le maître d'ouvrage et pourront être éventuellement choisies.

Dans le cas de choix de variantes, l'entrepreneur devra prendre entièrement à sa charge les incidences qu'il pourrait y avoir sur l'ensemble des travaux, y compris les autres corps d'état, tant au point de vue exécution des travaux qu'établissement des plans d'exécution pour les ouvrages réellement exécutés.

## 0.5 - GARANTIES

Pendant la période séparant l'achèvement des travaux de la réception des installations, l'entreprise en est la seule responsable.

Il est rappelé à l'entreprise, que la période de garantie des appareils débute le jour de la réception et en aucun cas le jour de son installation sur le site.

Pendant une durée minimale d'une année, toutes les installations du présent lot seront obligatoirement garanties à partir du jour de la réception stipulant le parfait achèvement des travaux.

Les clauses définies ci-dessous viennent en complément aux clauses générales du C.C.A.P. L'entrepreneur devra la garantie de ses installations conformément à la réglementation en vigueur.

**L'entrepreneur doit la réparation et éventuellement le remplacement (fourniture et pose) gratuit de tout ou partie du matériel qui, au cours du délai de garantie, serait reconnu défectueux.**

Les défauts constatés ou les accidents survenus sont notifiés à l'entrepreneur pour qu'il puisse entreprendre-les réparations dans le délai fixé par le maître d'ouvrage. Passé ce délai, le maître d'ouvrage pourra faire procéder d'office et aux frais de l'entrepreneur, aux réparations nécessaires, sans préjuger des dommages et intérêts qui lui seraient réclamés si le défaut de réparation causait un accident ou un préjudice dans l'exploitation des installations. Lorsque la réception n'a pu être prononcé, la période de garantie se trouve prolongée d'office jusqu'au jour où la réception est effectivement prononcée.

L'entrepreneur sera responsable de l'application de la garantie de ses fournisseurs

**L'installation du générateur est garantie dans les conditions suivantes :**

- **Modules photovoltaïques : Garantie de 90% de la puissance nominale au bout de 10 ans et garantie de 80% de la puissance nominale au bout de 25 ans. Garantie produit de 20 ans.**
- **Onduleurs : 12 ans possibilité de l'étendre à 20ans (supplément)**
- **Etanchéité et structures : 10 ans**
- **Autres composants : 2 ans**
- **Accessoires électriques : 1 an**
- **Garantie étanchéité (Avis technique CSTB)**

# 1 - DESCRIPTION DES INSTALLATIONS

## 1.1 - MODULES PHOTOVOLTAIQUES

### 1.1.1 - Généralités

L'entrepreneur devra assurer la fourniture et la pose des modules sur une partie de l'ombrière, y compris tous les raccordements et équipements nécessaires au fonctionnement du système.

Les modules seront tous orientés dans la même direction et inclinés suivant la pente de l'ombrière.

Un plan d'implantation devra être réalisé avant exécution par l'entreprise, chaque module devra faire l'objet d'un contrôle qualité et devra avoir une fiche numérotée de test de performance.

La référence du module photovoltaïque choisi par l'entrepreneur du présent lot devra respecter les critères techniques et environnementaux suivants :

Critères techniques

- Rendement du module STC minimal : 19%
- Garantie de performance : 85 % à l'année 25 ;
- L'ensemble des modules constituant le générateur photovoltaïque doivent avoir des caractéristiques identiques avec une tolérance de +/- 3% à 0% sur la valeur de la puissance crête.

Critères environnementaux :

Les modules ne contiendront pas d'éléments perturbateurs au recyclage. Pour être conforme à cette exigence, les modules doivent respecter, selon leur composition, pour la face avant et la face arrière les exigences suivantes :

- Si présence de composite : la résine doit être hors « époxy » et les couches polymères sans fluor ;
- Si présence de polymères : le polymère doit être sans fluor.

Le titulaire est tenu de fournir des modules présentant un niveau de substances dangereuses aussi faible que possible. De plus, le bilan carbone des modules livrés en exécution du présent marché ne doit pas dépasser le plafond de 625 kg eq CO2/kWc.

### 1.1.2 - Modules photovoltaïques

Les modules photovoltaïques avec cadre seront de type monocristallin de 460 Wc type DM460M10RT-54HBW-V de DMEGC Solar ou équivalent, rendement supérieur à 23 %. Les panneaux seront équipés de cellules photovoltaïques à haute performance, ayant les caractéristiques suivantes :

### 1.1.3 - Caractéristiques électriques

| Type de Module | DM445M10RT-54HBW DM445M10RT-54HBW-V[4] | | DM450M10RT-54HBW DM450M10RT-54HBW-V | | DM455M10RT-54HBW DM455M10RT-54HBW-V | | DM460M10RT-54HBW DM460M10RT-54HBW-V | | DM465M10RT-54HBW DM465M10RT-54HBW-V | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Conditions d'Essai | STC[2] | NMOT[3] | STC | NMOT | STC | NMOT | STC | NMOT | STC | NMOT |
| Puissance Maximale (Pmax/W) | 445 | 335 | 450 | 339 | 455 | 343 | 460 | 347 | 465 | 350 |
| Courant de Puissance Maximale (Imp/A) | 13,20 | 10,68 | 13,27 | 10,73 | 13,34 | 10,79 | 13,41 | 10,84 | 13,48 | 10,90 |
| Tension de Puissance Maximale (Vmp/V) | 33,71 | 31,49 | 33,91 | 31,68 | 34,11 | 31,86 | 34,31 | 32,05 | 34,51 | 32,24 |
| Courant de Court-Circuit (Isc/A) | 14,10 | 11,36 | 14,17 | 11,41 | 14,24 | 11,47 | 14,31 | 11,53 | 14,38 | 11,58 |
| Tension en Circuit Ouvert (Voc/V) | 40,05 | 37,94 | 40,25 | 38,13 | 40,45 | 38,32 | 40,65 | 38,51 | 40,85 | 38,69 |
| Rendement du Module STC (%) | 22,3 | | 22,5 | | 22,8 | | 23,0 | | 23,3 | |

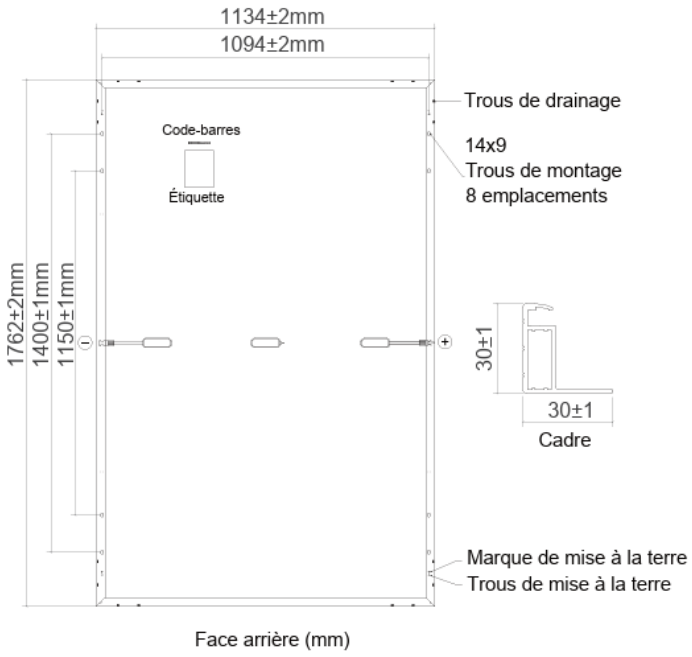
[1] Mesures selon IEC 60904-3, Tolérance de mesure: Isc: ±4%, Voc: ±3%, Incertitude d'essai pour Pmax: ±3%
[2] STC (Condition d'Essai Standard): Rayonnement 1000W/m², température du module 25°C, AM = 1,5
[3] NMOT: Rayonnement 800W/m², Température ambiante 20°C, AM = 1,5, Vitesse du Vent 1m/s
[4] «V» représente le type de module mono-facial appliqué à une tension système maximale de 1500V CC

### 1.1.4 - Conditions de tests et caractéristiques mécaniques

| | |
|---|---|
| Température de Fonctionnement (°C) | -40 à +85 |
| Tension Maximale du Système (V) | 1000/1500 DC (IEC) |
| Protection Contre les Surintensités (A) | 25 |
| Tolérance de Puissance de Sortie (%) | 0~3 |
| Classe de Protection | Class II |
| Charge d'Essai Max. Charge d'Essai, poussée / traction (Pa) | Avant 5400 / Arrière 2400 |
| Charge Max. Charge de Calcul, poussée / traction (Pa) | Avant 3600 / Arrière 1600 |
| Classe de Grêle | HW4* |

* Diamètre de référence des boules de glace-VKF 40mm, Température de stockage des boules de glace -20°C

### 1.1.5 - Dimensions




Face arrière (mm)

Il est prévu la fourniture et pose et la mise en œuvre de **20 panneaux** (suivant l'étude réalisée).

L'entrepreneur devra :

- La fourniture, pose et raccordement des modules photovoltaïques ;
- La mise en place des passages de câbles suivant le plan de calepinage ;
- La fourniture, la pose et le raccordement des boîtiers de raccordement IP55 mini où sera réalisée la mise en série des capteurs suivants schémas, ceux-ci seront dimensionnés pour une réserve de 30 % ;
- Vérifier que les règles et préconisations du fabricant de capteurs quant à la mise en place des câbles (rayon de courbure, nombre de câbles par passage de câbles, etc..) sont bien respectées.

## 1.2 - SYSTEMES DE FIXATION

### 1.2.1 - Généralités

L'entrepreneur devra l'ensemble des éléments de fixation des modules photovoltaïques décrits ci-dessus.

L'entrepreneur est libre de proposer du matériel de son choix, sous réserve que les aspects suivants soient respectés :

- La technique de montage du procédé de couverture photovoltaïque associant les modules aura impérativement obtenu un Avis Technique du CSTB ou ETN. L'entrepreneur devra joindre à son offre technique l'avis du CSTB du matériel proposé.
- Des dispositions seront prises pour éviter toute problématique liée à la condensation.

L'entrepreneur devra également les équipements de fixations complémentaires nécessaires à la bonne fixation des équipements.

Les modules photovoltaïques seront fixés sur les ombrières par la mise en œuvre de rails aluminium de marque DOME SOLAR ou équivalent.
L'entreprise fournira une étude du fabricant afin de garantir la bonne tenue aux intempéries des modules sur l'ombrière.

### 1.2.2 - Installation

Le système mis en œuvre sera constitué d'un ensemble de type **RB-Solar** de *DOME SOLAR* ou équivalent.

Cette solution agit grâce au clipsage de la fixation sur le mini rail, complété par une fixation universelle.

Ce système pour pose de modules sur toiture incliné en bac sec, sera réalisé au moyen d'un mini rail aluminium pré-percé et équipé d'un joint EPDM.

L'entrepreneur devra prévoir l'ensemble des éléments nécessaires à cette mise en œuvre et notamment (liste non exhaustive) :
- Rail pré-percé aluminium 6060 + joint EPDM ;
- Fixation universelle (MALT modules incluse) et fixation extérieure de finition aluminium 6060/inox ;
- Connecteur Terre Rail (CTR) aluminium 6060 ;
- Connecteur Terre Module (CTM) aluminium 6060 ;
- Vis de couture acier.

## 1.3 - COFFRET AC/DC

L'entrepreneur devra un coffret protection AC/DC par onduleur, à savoir (liste non exhaustive) :

- Coffret saillie IP65 / IK09, classe II type PLEXO$^3$ de LEGRAND ou équivalent comprenant :

Côté AC :
- Interrupteur différentiel 20 A, 300 mA de type A de LEGRAND ou équivalent ;
- Parafoudre courant alternatif de type 2, 20kA de type LEGRAND ou équivalent ;
- Disjoncteur 3P + N 130A différentiel 300mA

Côté DC :
- Interrupteur sectionneur 1000 V de type LEGRAND ou équivalent ;
- Parafoudre DC type 2 de 1000 V, 20 kA de type LEGRAND ou équivalent.

Ce coffret de protection devra être installé sur un poteau de la face nord de l'ombrière, à proximité de l'onduleur, suivant plan.

## 1.4 - ONDULEUR

Il sera installé un onduleur de marque HUAWEI type SUN2000-8KTL-M1 ou équivalent.
D'autre part, les onduleurs devront être conformes aux normes :

- NF EN 61000-3-2
- CEI 61000-3-4
- NF en 61000-3-12
- Ou NF EN 61000-6-3 en respectant les limites d'émission prescrites dans les normes CEI 61000-3-2 ; 3-3 ; 3-11 ou 3-12

Ces onduleurs permettant de transformer le courant continu fourni par les modules photovoltaïques en courant alternatif 400V-50Hz compatibles avec les caractéristiques du réseau électrique du concessionnaire.

Le soumissionnaire joindra à son offre tous les éléments d'appréciation des onduleurs : références, tensions nominales, courbe de rendement en fonction de la charge, fréquence de sortie et tolérance, capacité de surcharge, taux de distorsion harmonique, etc.

**Nota :** Le dispositif de découplage sera conforme aux exigences du document : « Accès au réseau basse tension pour les installations photovoltaïques- conditions techniques et contractuelles de raccordement » :

- La protection de découplage sera constituée de relais d'un type autorisé d'emploi par le distributeur et réglé pour un fonctionnement instantané aux seuils suivants :
  - Minimum de tension phase-neutre > 85 % de la tension nominale,
  - Maximum de tension phase-neutre < 115 % de la tension nominale,
  - Minimum de fréquence > 49.5 Hz,
  - Maximum de fréquence < 50.5 Hz.

Ces onduleurs devront répondre aux impératifs concernant la qualité du courant (tension, fréquence, phasage), la sécurité (risque de production sur le réseau lorsque ce dernier est coupé) et de fiabilité.

Ils devront avoir un rendement minimum de 98 %, disposé de réglage des paramètres internes pour s'adapter au réseau électrique et des protections parafoudres internes.

Les onduleurs devront être dimensionnés de manière à optimiser au mieux l'électricité délivrée par le champ photovoltaïque (courant tension puissance).

Les onduleurs devront avoir une garantie de 12 ans, extensible à 20 ou 25 ans.

L'onduleur photovoltaïque sera fixé sur le poteau d'ombrière bois, comprenant la fourniture et la pose des supports et fixations adaptés au support bois, le raccordement électrique AC/DC, la mise à la terre, le cheminement des câbles sous protections adaptées ainsi que l'ensemble des sujétions nécessaires à une installation complète, conforme aux prescriptions du fabricant et aux normes.

L'onduleur devra être installé dans un local correctement ventilé dont la température ambiante n'est jamais inférieure à – 40°C et jamais supérieure à + 60°C.

Il est prévu la fourniture et pose d'un onduleur (suivant étude réalisée avec des panneaux DMEGC de 460Wc).

**Les onduleurs ont les caractéristiques techniques minimums suivantes :**

SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1 (version à courant élevé)

## Spécifications techniques

| Spécifications techniques | SUN2000 -3KTL-M1 | SUN2000 -4KTL-M1 | SUN2000 -5KTL-M1 | SUN2000 -6KTL-M1 | SUN2000 -8KTL-M1 | SUN2000 -10KTL-M1 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Efficacité** | | | | | | |
| Rendement max. | 98,2 % | 98,3 % | 98,4 % | 98,6 % | 98,6 % | 98,6 % |
| Rendement pondéré (EU) | 96,7 % | 97,1 % | 97,5 % | 97,7 % | 98,0 % | 98,1 % |
| **Entrée (PV)** | | | | | | |
| Puissance PV max. recommandée [1] | 4 500 Wp | 6 000 Wp | 7 500 Wp | 9 000 Wp | 12 000 Wp | 15 000 Wp |
| Tension d'entrée max. [2] | 1 100 V | | | | | |
| Plage de tension de fonctionnement [3] | 140 ~ 980 V | | | | | |
| Tension de démarrage | 200 V | | | | | |
| Tension d'entrée nominale | 600 V | | | | | |
| Courant d'entrée max. par MPPT | 13,5 A | | | | | |
| Courant de court-circuit maximal | 19,5 A | | | | | |
| Nombre de MPPT | 2 | | | | | |
| Nombre maximal d'entrée par MPPT | 1 | | | | | |
| **Entrée (Batterie)** | | | | | | |
| Batteries compatibles | LUNA2000-5/10/15-S0 / LUNA2000-7/14/21-S1 | | | | | |
| Plage de tension de fonctionnement | 600 ~ 980 V | | | | | |
| Courant de fonctionnement maximal | 16,7 A | | | | | |
| Puissance de charge maximale | 10 000 W | | | | | |
| Puissance de décharge maximale | 3 300 W | 4 400 W | 5 500 W | 6 600 W | 8 800 W | 10 000 W |
| **Sortie (sur réseau)** | | | | | | |
| Connexion au réseau | Triphasé | | | | | |
| Puissance de sortie nominale | 3 000 W | 4 000 W | 5 000 W | 6 000 W | 8 000 W | 10 000 W |
| Puissance apparente maximale | 3 300 VA | 4 400 VA | 5 500 VA | 6 600 VA | 8 800 VA | 11 000 VA[4] |
| Tension de sortie nominale | 220 V CA/380 V CA, 230 V CA/400 V CA, 3W/N+PE | | | | | |
| Fréquence nominale du réseau CA | 50 Hz/60 Hz | | | | | |
| Courant de sortie max. | 5,1 A | 6,8 A | 8,5 A | 10,1 A | 13,5 A | 16,9 A |
| Facteur de puissance ajustable | 0,8 capacitif... 0,8 inductif | | | | | |
| Distorsion totale harmonique max. | ≤ 3 % | | | | | |
| **Sortie (hors réseau)** | | | | | | |
| BackupBox | BackupBox-B1 | | | | | |
| Puissance apparente maximale | 3 000 VA | 3 300 VA | 3 300 VA | 3 300 VA | 3 300 VA | 3 300 VA |
| Tension de sortie nominale | 220 V/230 V | | | | | |
| Courant de sortie max. | 13,6 A | 15 A | 15 A | 15 A | 15 A | 15 A |
| Plage du facteur de puissance | 0,8 capacitif... 0,8 inductif | | | | | |
| **Fonctionnalités de protection** | | | | | | |
| Dispositif de déconnexion en entrée | Oui | | | | | |
| Protection anti-îlotage | Oui | | | | | |
| Protection contre l'inversion de polarité CC | Oui | | | | | |
| Contrôle d'isolement | Oui | | | | | |
| Dispositif parafoudre CC | Oui, compatible avec la classe de protection TYPE II selon la norme EN/CEI 61643-11 | | | | | |
| Dispositif parafoudre CA | Oui, compatible avec la classe de protection TYPE II selon la norme EN/CEI 61643-11 | | | | | |
| Surveillance du courant résiduel | Oui | | | | | |
| Protection contre les surintensités CA | Oui | | | | | |
| Protection contre les courts-circuits CA | Oui | | | | | |
| Protection contre les surtensions CA | Oui | | | | | |
| Protection contre les défauts d'arcs | Oui | | | | | |
| Contrôle des ondulations | Oui | | | | | |
| Charge de batterie à partir du réseau | Oui | | | | | |
| **Spécifications générales** | | | | | | |
| Plage de température de fonctionnement | -25 °C à +60 °C (-13 °F à +140 °F) | | | | | |
| Humidité relative de fonctionnement | 0 % - 100 % HR | | | | | |
| Altitude maximale de fonctionnement | 4 000 m (13 123 pieds) (Déclassement au-dessus de 2 000 m) | | | | | |
| Refroidissement | Convection naturelle | | | | | |
| Affichage | Indicateurs LED ; Application WLAN + FusionSolar intégrée | | | | | |
| Communication | RS485 ; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE ; 4G/3G/2G via Smart Dongle-4G (facultatif) | | | | | |
| Poids (supports de montage compris) | 17 kg (37,5 lb) | | | | | |
| Dimensions (supports de montage compris) | 525 mm × 470 mm × 146,5 mm (20,7 in. × 18,5 in. × 5,8 in.) | | | | | |
| Indice IP | IP65 | | | | | |
| Puissance de veille | < 5,5 W | | | | | |
| **Compatibilité des optimiseurs** | | | | | | |
| Optimiseur compatible MBUS CC | SUN2000-450W-P2, SUN2000-600W-P | | | | | |
| **Conformité aux normes (plus d'informations disponibles sur demande)** | | | | | | |
| Sécurité | EN/CEI 62109-1, EN/CEI 62109-2, CEI 62116 | | | | | |
| Normes de connexion au réseau | G98, G99, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, TOR D4, NRS 097-2-1, CEI61727, CEI62116, DEWA | | | | | |

* 1 La puissance PV d'entrée maximale de l'onduleur est de 20 000 Wp lorsque les chaînes longues sont conçues et entièrement connectées avec les optimiseurs SUN2000-450W-P2, SUN2000-600W-P.

* 2 La tension d'entrée max est la limite supérieure de la tension CC. Toute tension CC d'entrée plus élevée endommagerait probablement l'onduleur.

* 3 Toute tension d'entrée CC au-delà de la plage de tension de fonctionnement peut entraîner un dysfonctionnement de l'onduleur.

* 4 C10/11 : 10 000 VA

Avertissement : les valeurs ci-dessus ont été mesurées par un laboratoire interne de Huawei dans un environnement spécifique.
Les valeurs réelles peuvent varier selon les produits, les versions logicielles, les déc en levée et les facteurs environnementaux.

## 1.5 - CABLAGE / RACCORDEMENT

L'entrepreneur devra l'ensemble des prestations suivantes :

- Câblage des chaînes de liaison en câble H07 ZZ-F 4mm² suivant la puissance
- Câblage entre le coffret et l'onduleur
- La mise à la terre des panneaux photovoltaïques par ligne en câble FR-N1X6G3 25mm²
- La mise à la terre de tous les équipements de l'installation photovoltaïque, parties métalliques de l'ombrière et de la couverture, compris système de fixation

Cette liste n'étant pas exhaustive, l'entrepreneur devra l'ensemble du câblage nécessaire au bon fonctionnement.

Les chaînes de liaisons entre panneaux photovoltaïques devront tenir compte de la puissance crête des panneaux, la puissance maximale admissible par l'onduleur du nombre de raccordement de connecteur sur ce dernier et de la plage de tension MPP de l'onduleur.

Les panneaux photovoltaïques seront câblés suivant un schéma série parallèle avec interposition de diodes pour combattre les zones d'ombres (effet HOT-SPOT).
L'ensemble des équipements et de la distribution sera protégé contre les intempéries et un soin particulier sera apporté à la qualité des connexions électriques.

### 1.5.1 - Côté continu

Le présent lot doit la fourniture, la mise en place et le raccordement des câbles de la partie courant continu. Ces câbles doivent remplir les exigences suivantes :

- Câble unipolaire avec isolation équivalente à la classe II.
- Câble non-propagateur de la flamme (type Cca).
- Température admissible à l'âme 90°.
- Plage de température d'utilisation de – 40 °C à + 120 °C.
- Le courant admissible Iz des câbles doit être supérieur à 1,25 fois Iscstc de la chaîne PV.
- Résistants aux rayonnements ultraviolets.

Les câbles chemineront en extérieur sous les panneaux PV. Ils seront positionnés dans des chemins de câbles type PVC U23X et U2SX de UNEX ou équivalent, afin de résister aux conditions climatiques et aux intempéries.
La descente le long du poteau de l'ombrière sera réalisée dans des tubes IK10.
L'entrepreneur devra, l'ensemble des équipements nécessaires à la bonne fixation des chemins de câbles, y compris toutes sujétions (fixation sur la membrane, pose en surimposition par dallage béton ou autre)

### 1.5.2 - Côté alternatif

Au titre du présent lot, il sera réalisé :

- La liaison entre l'onduleur et le coffret de protection par câble FR-N1X6G3 4mm² suivant note de calcul posé en chemin de câble type « cablofil » ou électro zingué avec aile. La section sera déterminée pour avoir une chute de tension < 1 % maximum de la tension nominale.

## 1.6 - RESEAU DE DISTRIBUTION ELECTRIQUE

Les canalisations seront réalisées suivant le chapitre prescriptions techniques.
Ceux-ci disposeront de réserve pour permettre la flexibilité et l'évolutivité de l'installation.
Tous les réseaux seront facilement accessibles de façon à assurer l'évolutivité et la maintenance des installations.

**Réseau chemins de câbles**
Un réseau de distribution principal posé sous l'ombrière.
Il sera constitué de chemins de câbles PVC de préférence afin de résister aux conditions climatiques et aux intempéries.
Ces chemins de câbles seront de type PVC U23X et U2SX de UNEX ou équivalent.
Ceux-ci disposeront d'une réserve pour permettre la flexibilité et l'évolutivité de l'installation.

Tous les réseaux seront facilement accessibles de façon à assurer l'évolutivité et la maintenance des installations.

## 1.7 - LIAISON EQUIPOTENTIELLE MISE A LA TERRE

***La mise à la terre doit être conforme à la NF C 15 100.***

Au titre du présent lot, il est réalisé :

- L'interconnexion des masses par conducteurs cuivre 25mm².
- Mise à la terre des masses (celle-ci sera unique).
- Le câblage des modules PV sera laissé flottant.
- Les surfaces offertes des boucles de câblage seront minimisées : à cet effet et avant exécution du raccordement le soumissionnaire transmettra pour approbation au BE les plans de cheminement et de mise en série des capteurs.

La terre est systématiquement distribuée et les masses des équipements raccordées.

L'entrepreneur devra fournir des fiches de mesure attestant de la valeur ohmique de la prise de terre.

**Liaisons équipotentielles**
Il est prévu l'ensemble des liaisons équipotentielles de son installation. Ces travaux devront être parfaitement mis en œuvre afin d'assurer une équipotentialité complète des masses électriques.

Elle reliera principalement : (liste non exhaustive) :

- Les canalisations métalliques résistantes du générateur
- Les panneaux photovoltaïques
- Les éléments de structure métallique susceptible d'être mis sous tension
- Les chemins de câbles de distribution électriques Courants Forts,
- Les châssis et portes d'armoires électriques
- Les gaines métalliques des câbles Courants Forts à chacune de leur extrémité

Le conducteur principal d'équipotentialité doit être réalisé à l'aide de conducteurs de même section que le conducteur principal de protection de l'installation. Sa section ne pourra être inférieure à 6mm² mais pourra être limitée à 25mm². La section des conducteurs de protections sera déterminée suivant la norme NFC 15.100.

**Mise à la terre**
L'ensemble des appareils d'utilisation sera relié à un conducteur de protection.
La distribution de terre sera réalisée à partir des conducteurs de protection PE intégrés dans les conducteurs d'alimentation des équipements.

Les masses des appareils à relier à la terre doivent l'être par des dérivations branchées sur une ligne principale de terre. En aucun cas, elles doivent être montées en série sur cette ligne principale. Les connexions de terre seront réalisées d'une façon sûre et durable.
Le conducteur de protection sera toujours incorporé dans le câble d'alimentation de l'équipement. Dans le cas d'impossibilité, cette liaison sera réalisée par un câble séparé placé à proximité avec isolant vert-jaune.

Les mises à la terre de l'onduleur et du parafoudre devront également être connectées à la même prise de terre pour équipotentialité.

## 1.8 - COUPURE GENERALE DE SECURITE

Une coupure d'urgence DC de type coup de poing, positionné au plus près de la chaîne photovoltaïque (action sur les protections DC par déclencheur manque de tension associée au relais de déclenchement du disjoncteur).

Ces coupures seront individualisées et actionneront directement les organes de manœuvre.
Ces coupures seront clairement repérées. L'entrepreneur devra l'ensemble des travaux, équipements, câblages, repérage.

La position exacte des coupures sera à valider avec les services concernés avant mise en œuvre.

## 1.9 - SIGNALETIQUE

En plus du repérage classique des matériels, il sera fourni et mis en place une signalétique à base d'étiquettes dilophanes prévenant des risques liés aux installations PV conformément aux réglementations, aux dispositions du guide pratique de l'ADEME et du SER (Syndicat des Energies Renouvelables) « Spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens dans les installations photovoltaïques raccordées au réseau ».

En particulier :

- A proximité du dispositif de mise hors tension l'étiquette portera la mention : « Attention-Présence de deux sources de tension : 1-Réseau de distribution ; 2-Panneaux photovoltaïques » en lettres noires sur fond jaune.
- Le pictogramme dédié aux risques photovoltaïques sera apposé : à l'extérieur du bâtiment à l'accès des secours, aux accès (échelle à crinoline, etc.) des volumes abritant les équipements techniques relatif à l'énergie photovoltaïque, sur les câbles DC tous les cinq mètres ;
- Les étiquettes portant la mention « **Ne pas déconnecter en charge** » ou « **Ne pas ouvrir en charge** » à proximité des connecteurs ou des sectionneurs
- Une étiquette portant la mention « Danger, installation électrique sous tension durant la journée » à proximité des boîtes de jonction, coffrets DC, liaison principale DC, onduleurs.

## 1.10 - MISE EN SERVICE, RECEPTION, FORMATION

### 1.10.1 - Mise en service

Le présent lot doit la mise sous tension et la mise en service de l'installation.

### 1.10.2 - Réception

L'installation fera l'objet d'une réception sanctionné par un procès-verbal de réception (voir §2.1.5 pour pièces à fournir).

### 1.10.3 - Formation

L'entreprise adjudicataire devra assurer la formation des personnels désignés par le maître d'ouvrage à la conduite et à la maintenance de l'installation. Cette formation s'appuiera sur les DOE. Elle devra permettre au personnel du maître d'ouvrage notamment :

- De suivre la production et de remplir les tableaux de suivi.
- De détecter les défauts de fonctionnement.
- D'interrompre la production en toute sécurité compte tenu des dangers spécifiques à un générateur photovoltaïque.

## 1.11 - INSTALLATIONS PROVISOIRES DE CHANTIER

### 1.11.1 - Installations de sécurité

L'entrepreneur devra tous les dispositifs de sécurité nécessaires à l'exécution de ses travaux.

L'entreprise titulaire du lot prévoira dans son offre les dispositifs nécessaires de sécurité collective et individuelle pour le montage et le levage.

Tous les règlements d'hygiène et de sécurité en application dans la région seront à respecter.

L'entreprise fournira les protections collectives minima suivantes :

- Les filets de protection
- Balisage des zones d'action des nacelles

- L'entreprise tiendra compte du plan général de coordination et des recommandations du coordinateur de sécurité.

Les coûts de location des engins de levage de type nacelle et monte-charge devront être intégrés à l'offre du présent lot.

L'entreprise devra se conformer aux recommandations et demandes des Organismes Officiels (Inspection du travail, CRAM, OPPBTP), du Coordinateur de Sécurité et du Maître d'Œuvre.

### 1.11.2 - Protection des ouvrages

En dehors des protections imposées par les autres pièces du marché, le titulaire du présent lot devra toutes les mesures nécessaires à la protection des ouvrages aussi bien existants que de ceux réalisés par l'entreprise.

Le matériel installé est sous la responsabilité de l'entrepreneur tant que celui-ci n'a pas été réceptionné.

## 1.12 - DOCUMENTS A FOURNIR

### 1.12.1 - Plans et études d'exécution

L'attention des entreprises soumissionnaires est attirée sur le fait que les notes de calcul, études de conception et dimensionnement, plans et documents d'exécution, pour cette opération, sont dus par l'entreprise titulaire des travaux.

### 1.12.2 - Schémas électriques

L'entrepreneur devra fournir un schéma électrique unifilaire de l'installation sera impérativement fourni par le soumissionnaire à remise de son offre. Le schéma unifilaire comprendra à minima :

- Modules photovoltaïques et regroupement en champs (câblage des chaînes, couplage parallèle des chaînes) y compris précisions concernant la puissance unitaire des modules photovoltaïques.
- Onduleurs synchrones y compris précisions concernant niveau de tension en sortie (V) et puissance d'injection (en VA)
- Coffrets de raccordement (continu et alternatif)

Ce schéma unifilaire, accompagné des documentations techniques des modules et onduleurs, permettra de valider la viabilité des offres (adéquation entre champs de modules PV et onduleurs notamment). Le matériel utilisé et la configuration électrique de l'installation ne sont en aucun cas imposés aux candidats. Il leurs appartient de définir, en détail et pour les matériels qu'ils auront sélectionnés, l'ensemble de l'installation photovoltaïque.

### 1.12.3 - Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE)

Fourniture du D.O.E comprenant :

- L'étude détaillée des installations avec les documents suivants
- Plans et schémas d'armoires électriques conformes à l'exécution
- Synoptique de l'installation photovoltaïque complète
- Plan avec types et sections des câbles
- Plan coté du réseau de terre
- Plans côtés des réservations
- Les caractéristiques techniques, calculs et schémas d'atelier permettant de contrôler les possibilités d'installations et de raccordement
- La liste des matériels installés avec documents techniques
- Notices d'entretien
- Essais et mesures :
    - Mesure de l'isolement des circuits
    - Mesure des tensions en charge à 100 %
    - Mesure de la résistance de terre
    - Mesure des échauffements et chutes de tension en charge
    - Contrôle des organes de protection et parafoudres

- Une copie des essais AQC
- L'ensemble des éléments sera à fournir en 3 exemplaires papiers + 1 exemplaire des plans sur support informatique
- Les plans informatiques seront au format DWG compatible Autocad 2008 et en pdf

Les D.O.E. seront fournis sous forme de classeurs, avec intercalaires permettant le classement des différents documents.

**Fourniture du D.I.U.O.**

A la fin du chantier, le titulaire du présent lot devra fournir un dossier comprenant sans que cette liste ne soit limitative :

- Les caractéristiques techniques, calculs et schémas d'atelier permettant de contrôler les possibilités d'installations et de raccordement,
- La liste des matériels installés avec documents techniques,
- Notices d'entretien,
- Un tableau récapitulatif des interventions d'entretien à effectuer contenant la périodicité et les modes opératoires.

NOTA: Cette liste est à compléter avec les demandes du coordonnateur sécurité s'il y a lieu.

**L'entreprise adjudicataire du présent lot aura à sa charge :**

- Tous les frais de contrôle, d'essais et de certificats de conformité.
- Toutes les démarches auprès des divers organismes habilités ayant droit de regard sur cette construction.

# 2 - SPECIFICATIONS TECHNIQUES DETAILLEES

## 2.1 - SPECIFICATIONS GENERALES

### 2.1.1 - Normes et règlements

Les travaux sont réalisés selon les règles de l'art et en parfaite conformité avec les normes et règlements en vigueur, en particulier :

- Règles générales :
  - NF C 14.100 : installations de branchement à basse tension
  - NF C 15.100 et annexes
  - NF C 15.103 : choix des matériels électriques
  - NF C 15.104 à 15/106 : détermination des sections de conducteur et choix des dispositifs de protection
  - NF C 15.900 : cohabitation Courants Forts/Courants Faibles
  - Le Guide d'utilisation UTEC 15-443 (2004) Choix et mise en œuvre des parafoudres basse tension
  - NF EN 61643-11 (2002) Parafoudres basse-tension connectés aux systèmes de distribution basse tension – Prescriptions et essais ;
  - D 92-587 Décret n° 92-587 du 26 juin 1997 relatif à la compatibilité électromagnétique des appareils électriques et électroniques
  - Décret du 14 Novembre 1988 abrogé et remplacé par le décret 2010-1016 du 30/08/2010
  - Arrêté du 10 novembre 1976 relatif aux circuits et installations de sécurité
  - Décrets du 31 mars 1992 relatifs aux dispositions concernant la sécurité et la santé
  - Loi n° 76/663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées
  - Décret du 3 octobre 1995 (directive basse tension)
  - Textes relatifs à la sécurité incendie dans les établissements recevant des travailleurs.
  - Règle neige et vent
  - Les prescriptions du SDIS

- Règles spécifiques, concernant les installations photovoltaïques :
  - Guide UTE C 15-712-1 « Installations photovoltaïques »
  - UTE C 57-300 (mai 1987) Paramètres descriptifs d'un système photovoltaïque
  - UTE C 57-310 (octobre 1988) Transformation directe de l'énergie solaire en énergie électrique
  - UTE C 18 510 (novembre 1988, mise à jour 1991) Recueil d'instructions générales de sécurité d'ordre électrique
  - IEC 61723 Guide de sécurité pour les systèmes PV raccordés au réseau montés sur les bâtiments ;

- Concernant les générateurs photovoltaïques
  - NF EN 61 215 modules PV pour application terrestre « Qualification de la conception et homologation »
  - NF EN 61 730 « Qualification pour la sureté de fonctionnement des modules PV »
  - NF EN 50 380 « Spécifications particulières et informations sur les plaques de constructeur pour les modules PV »
  - Le document de l'ADEME « générateurs photovoltaïque raccordés au réseau, spécifications techniques relatives à la protection des personnes et biens dans les installations photovoltaïques raccordés au réseau » servira de base.
  - DIN VDE 0126-1-1 et amendement A1 avec réglage VFR 2014 « Dispositif de déconnexion automatique entre un générateur et le réseau public basse tension

- Concernant les onduleurs
  - NF EN 50 178 « Equipements électronique utilisés dans les installations de puissance »
  - IEC 61 723 Guide de sécurité pour les systèmes PV raccordés au réseau
  - NF EN 61 000 concernant les harmoniques
  - NF EN 55 014 concernant la compatibilité électromagnétique
  - DIN VDE 0126-1-1 et amendement A1« Protection de découplage intégrée »

- Concernant les câbles
  - UTE C 32-502 « Guide pour les câbles utilisés pour les systèmes PV »
  - NF EN 61173 Protection contre les surtensions des systèmes PV de production d'énergie
  - NF EN 61727 Septembre 1996 Systèmes PV caractéristiques de l'interface de raccordement réseau
  - UTE C15 400 2004 Raccordement des générateurs d'énergie pour les installations alimentées par un réseau public de distribution
  - Guide EDF/ARD 2003 Accès au réseau basse tension pour les installations PV- Conditions techniques et contractuelles du raccordement
  - Le Guide de l'ADEME (2004) Systèmes photovoltaïques raccordés au réseau – Guide de rédaction du cahier des charges techniques de consultation à destination du maître d'ouvrage
  - Le Guide de l'ADEME (2001) Protection contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables

**NOTA :** Sont également applicables les publications, décrets, circulaires, arrêtés ou normes complétant ou modifiant les textes énumérés ci-dessus et dont la publication est antérieure de plus d'un mois à la date de remise de sa proposition par l'entrepreneur.
Les installations électriques seront conformes aux normes NF et UTE, classe C.

### 2.1.2 - Limites de prestations

2.1.2.1 - Travaux compris dans le lot

L'entrepreneur devra toutes les prestations nécessaires à la livraison des installations en parfait ordre de fonctionnement, et ne pourra jamais arguer que des erreurs, omissions ou ouvrages particuliers puissent le dispenser de l'exécution de ces travaux. En cas de non concordance entre le descriptif et les plans, l'entrepreneur devra le signaler au Maître d'Œuvre pour rectifications.

- La fourniture, livraison et pose des panneaux photovoltaïques
- La fourniture et la pose des divers supports, fixations et câblage
- La fourniture et la pose des onduleurs pour l'installation en façade de l'ombrière
- La fourniture et la pose des parafoudres AC et DC
- La fourniture et la pose du coffret AC/DC comprenant l'appareillage de protection des systèmes photovoltaïques
- Le câblage de l'ensemble de l'installation sur ombrière
- La protection des ouvrages comprenant tous les organes de sécurité suivants les normes en rigueur
- La mise à la terre des installations
- La mise en service de l'installation, réglage et mise au point par le fabricant
- La formation du personnel d'entretien
- L'ensemble des démarches, notes de calculs, PV du matériel demandé par les différents intervenants
- La fourniture et la pose de l'ensemble des chemins de câbles, fourreaux, gaine, goulotte et de l'ensemble des percements nécessaires à l'installation
- Fourniture du synoptique de câblage de l'ensemble de l'installation pour validation par le fabricant

D'une façon générale, l'entrepreneur devra l'ensemble des travaux nécessaires au parfait achèvement des installations conformément au présent C.C.T.P. et aux règles de l'Art.

Font également partie des travaux :

- Les percements, saignées et scellements
- Le garnissage de tous les percements propres à ce lot
- Les supports, ferrures et scellements nécessaires à la pose des canalisations et de l'appareillage compris dans le lot
- La protection antirouille des ouvrages métalliques
- Les travaux d'autres corps d'état qui seraient provoqués par un accident survenu à l'installation photovoltaïque
- Le nettoyage et l'enlèvement des gravois provenant des travaux du présent lot
- La main d'œuvre nécessaire aux essais de réception et de réglage des installations
- L'instruction du personnel chargé de la conduite et de la surveillance des installations
- Les plans de réservations, les plans d'exécution de chantier et les plans des ouvrages exécutés

- Travaux divers :
  - La fourniture, le transport, la mise en œuvre, le montage, le réglage, de tous les matériaux et matériels nécessaires au parfait et total achèvement des ouvrages.
  - Tous dispositifs de levage et mise en place, compris échafaudages si nécessaires.
  - Tous frais de transport et de déplacement du personnel.
  - Le nettoyage du chantier et l'enlèvement des gravois provenant de son lot.
  - Tous les travaux non spécifiés au présent devis ou non confiés à d'autres corps d'état, mais nécessaires au bon fonctionnement des installations.
  - La fourniture aux endroits adéquats de toutes les pancartes et étiquettes nécessaires à la sécurité et au bon entretien des installations.
  - Les notices d'entretien, d'exploitation et plans de recollement.
  - Une notice des interventions obligatoires dans le cadre de la maintenance.
  - La prévention et la mise en sécurité du chantier pendant l'exécution des travaux.

2.1.2.2 - Travaux non compris dans le lot

Travaux à prévoir, **non compris** au présent lot (le titulaire du présent lot devant s'assurer de la bonne réalisation des travaux).

| **Hors LOTS ELECTRICITE** | |
|---|---|
| Raccordement au tableau divisionnaire, station de recharge inductive | Hors projet |
| Tranchées, remblais, sable, grillage avertisseur, entre le tableau divisionnaire (station de recharge) et la chambre de tirage (suivant plan) | Hors projet |
| Tranchées, remblais, sable, grillage avertisseur, entre la chambre de tirage en pied d'ombrière (suivant plan) | Lot Fondations, terrassement VRD |
| Fourreaux :<br>- 1 Ø160mm entre regard en pied d'ombrière et chambre de tirage | Lot Fondations, terrassement VRD |

### 2.1.3 - Coordination SPS Limites de prestations

2.1.3.1 - Généralités

Un Coordonnateur Sécurité et Protection de la Santé sera désigné. Il établira le Plan Général de Coordination (PGC) et le transmettra à l'entrepreneur avant le démarrage des travaux.

Chaque entrepreneur et ses sous-traitants est tenu de fournir un Plan Particulier de Sécurité et Protection de la Santé (PPSPS), en concordance avec le Plan Général de Coordination (PGC).

Chaque entrepreneur devra remettre en fin de chantier, au coordonnateur de sécurité, en 2 exemplaires, tous les éléments et documents nécessaires à la constitution du DOSSIER DES INTERVENTIONS ULTERIEURES SUR L'OUVRAGE (DIUO).

2.1.3.2 - Lutte contre le travail illégal

En application des articles L.320 ; R.320-5 ; R.620-3 ; L.324-9 du Code du Travail, chaque entreprise attributaire et ses éventuels sous-traitants y compris de rang inférieur devra (devront) tenir à disposition sur le chantier un état nominatif sous forme de registre, du personnel présent. Les copies des titres de travail des salariés étrangers hors Union Européenne, ainsi que la copie des récépissés des déclarations préalables à l'embauches des salariés embauchés depuis moins d'un mois, seront annexées à ce registre.

### 2.1.4 - Garanties, mise en service

**Garantie**
Les installations seront soumises aux conditions de garantie légales. D'autre part, tous les matériels et équipements seront assortis d'une garantie totale, pièces, main d'œuvre et déplacement, d'une durée minimale d'un an à compter de la réception.

Au cours de cette période de garantie, l'entrepreneur sera tenu de remplacer ou de modifier tout composant ou équipement qui ne donnerait pas satisfaction ou dont les performances ne seraient pas celles prévues initialement Ces interventions au titre de la garantie, pourront être demandées à l'entrepreneur en dehors des périodes de fonctionnement de l'établissement, afin d'éviter toute perturbation de l'exploitation.

Tous les travaux annexes que pourraient nécessiter ces interventions, seront à prendre en charge par l'entreprise au titre de la garantie. La période de garantie sera étendue à la durée de garantie du constructeur pour les matériels dont la couverture et supérieure à un an. La garantie ne s'appliquera pas aux conséquences d'une mauvaise utilisation ou d'un dommage causé par un tiers et dûment constaté.

**Mise en service**
L'entrepreneur devra la mise en service et le réglage de chaque partie de l'installation.
Il devra la fourniture des notices de fonctionnement détaillées et assurer l'information du Maître d'Ouvrage et des Utilisateurs des équipements, afin de permettre une utilisation rationnelle et complète des installations. Il prévoira forfaitairement, une période d'un jour en une fois ou découpé, au choix du Maître d'Ouvrage pour assurer l'instruction de ses personnels techniques de l'Utilisateur ou d'une société d'exploitation.

**Réception des installations**
Réception des installations :
Il sera procédé, au jour fixé par le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Œuvre en présence de l'entrepreneur, à la vérification des divers éléments de l'installation. Le bon fonctionnement sera alors vérifié, ainsi que sa conformité aux règlements en vigueur et au présent CCTP.

La réception sera prononcée par le Maître de l'Ouvrage à l'achèvement des travaux et à réception du rapport, sans réserve, du Bureau de Contrôle.

### 2.1.5 - Pièces à fournir

Après signature du marché et avant le début d'exécution des travaux :

L'entrepreneur devra assurer :

- L'établissement des plans d'atelier, des études et schémas complémentaires à ceux fournis par le B.E.T., à fournir au maître d'œuvre pour approbation
- Les plans d'exécution de chantier de chaque partie de champs photovoltaïques avec détails et renseignements : implantations et types de matériels, tracé des circuits, repérage, cotations suivant besoins, etc...
- Les schémas électriques des armoires électriques
- Les notes de calculs et les plans d'exécution résultant du choix du matériel et de leurs installations réelles
- L'établissement des plans de réservations et de percements
- La fourniture d'échantillons à la demande du maître d'œuvre
- Tous les plans et notes de calculs, de supports, serrurerie, calepinage des appareils, installation en locaux techniques, détails de gaines techniques et croquis divers de chantiers, sont à la charge exclusive des entreprises.

Après achèvement des travaux lors de la réception :

- Plans et schémas (unifilaire & multifilaires) de l'installation, mis en parfaite concordance avec l'exécution, sous une forme facilement reproductible (plan en contrecalque + sous forme de fichier Autocad Lt format DWG+PDF). Ces plans devront être établis à une échelle et comporteront les cotes et renseignements permettant une utilisation efficace et commode par l'exploitant.
- Plan du site avec tous les éléments repérés
- Plan de calepinage avec identification des modules, des chaines et des onduleurs auxquels ils sont reliés
- Nomenclature des matériels électrique & Notices techniques des matériels installés,
- Nomenclature générale de l'installation avec les numéros de série
- Notices de garantie du matériel installé,
- Les documents techniques COPREC.

L'entrepreneur devra adresser au Maître d'Œuvre en 3 exemplaires du dossier d'exécution complet et un exemplaire informatique.

### 2.1.6 - Mise en œuvre et coordination, phasage

La mise en œuvre devra être faite avec le plus grand soin, tant pour assurer une réalisation correcte des installations, que pour éviter toute détérioration aux ouvrages.
Il appartiendra à l'entrepreneur d'attirer en temps utile, l'attention du Maître d'Œuvre sur les répercussions que pourraient avoir certaines installations ou travaux sur la marche générale du chantier, et de signaler, le cas échéant, les modifications qu'il conviendrait d'apporter aux dispositions arrêtées par les autres corporations. En particulier, l'entrepreneur devra avoir seul la responsabilité de la préparation des trous, socles, etc.… et toutes sujétions indispensables à la bonne exécution des travaux suivant les stipulations du CCTP.
Les installations devront être conformes au CCTP, aux plans d'exécutions, aux normes en vigueur et aux règles de l'art.

### 2.1.7 - Protection des ouvrages –Travaux de finition

L'entrepreneur devra la protection de ses ouvrages pendant toute la durée du chantier, et ce, jusqu'à la réception des installations. S'il s'avérait que des dégradations étaient occasionnées à des ouvrages non protégés correctement, les frais nécessaires à leur remplacement ou à leur remise en état seraient intégralement à la charge du présent lot.
Afin d'éviter des dégradations inutiles et d'obtenir une bonne finition des ouvrages, l'entrepreneur devra réaliser la pose des appareillages suivant le planning.

L'entrepreneur devra, après le passage de ses canalisations, le rebouchage de tous les percements réalisés par lui-même. Ces rebouchages seront réalisés au présent lot en un matériau approprié aux ouvrages qui les subissent, afin d'obtenir une bonne durabilité de la finition.
Pour toutes les traversées des parois coupe-feu, l'entrepreneur devra reconstituer le coupe-feu de ces parois après le passage de ses canalisations et gaines diverses. Le coupe-feu sera réalisé au plâtre ou en mousse expansive coupe-feu agréé avec PV d'essai. Ces rebouchages seront réalisés soigneusement.

### 2.1.8 - Nettoyage et remise en état des lieux

Le nettoyage et l'enlèvement aux décharges publiques des gravois provenant des travaux d'ELECTRICITE, seront à la charge du présent lot. En cas de défaillance de l'entreprise, le nettoyage et l'enlèvement des gravois seront réalisés par une entreprise spécialisée au frais du présent lot. Ces nettoyages devront être réalisés

régulièrement et plus particulièrement à la fin de chaque phase de travaux. Le chantier sera livré en parfait état de propreté.

## 2.2 - SPECIFICATIONS TECHNIQUES COURANTS FORTS

### 2.2.1 - Normes et règlements

Les travaux sont réalisés selon les règles de l'art et en parfaite conformité avec les normes et règlements

### 2.2.2 - Contrôles

2.2.2.1 - Vérification initiale bureau de contrôle

Dans le cadre de la création de locaux types ERP, ERT & locaux professionnels, et conformément à l'article 53 « vérification initiale et périodique » du décret 88-1056 du 14/11/1988 modifié, les installations devront être vérifié à leur mise en service.

Cette vérification n'est pas à la charge du présent lot, qui veillera cependant, le cas échéant à rappeler cette obligation au maître d'ouvrage qui doit en assurer la réalisation et la prise en charge.

Avant exécution, tous les plans et schémas seront fournis à l'approbation du Bureau de Contrôle choisi par le Maître d'Ouvrage.

Le Bureau de Contrôle se réservera le droit d'effectuer des vérifications en cours de travaux et procédera au contrôle complet des installations avant la mise en fonctionnement définitive. L'entrepreneur devra mettre à disposition du Bureau de Contrôle, les employés chargés de l'assister dans ses vérifications.

### 2.2.3 - Prescription techniques

2.2.3.1 - Matériaux et matériels

Tous matériaux et matériels, sans limitation aucune devront être absolument neufs. Ils devront répondre rigoureusement aux caractéristiques données dans le descriptif ou indiquées sur les plans.

L'entreprise est tenue de fournir du matériel portant la marque USE agréée ou répondant aux règlements techniques en vigueur le concernant.
Dans tous les cas, ils devront bénéficier de l'acceptation en garantie de la commission technique des assurances.

Dans tous les cas, qu'il s'agisse des appareils décrits ou d'appareils proposés en variante, les commandes ne pourront être effectuées par l'entrepreneur qu'après acceptation d'un modèle de chaque appareil par le Maître d'ouvrage et le Maître d'œuvre, pour cela l'entrepreneur devra la fourniture d'échantillons de tout le matériel mis en œuvre pour avis ou éventuellement une documentation pour le gros matériel.

**IMPORTANT :** Les implantations du matériel et quantités définies sur les plans sont données à titre indicatif. Elles devront impérativement être confirmées avant exécution par la Maîtrise d'Œuvre en fonction de l'implantation des mobiliers et des choix architecturaux définitifs. Dans la mesure où les quantités ne changent pas et les déplacements des matériels n'entraînent pas des modifications importantes des longueurs des canalisations, il est considéré qu'il y a équilibre entre les augmentations et les réductions des lignes et il ne sera pas accepté de devis de travaux modificatifs.

2.2.3.2 - Avis techniques des matériels /Echantillons / Prototypes

Avis techniques et procès-verbaux :

Les matériels et matériaux mis en œuvre devront être munis de la marque de qualité et de conformité NF, ou à défaut, devront répondre aux normes françaises de fabrication, garanties par un procès-verbal de conformité délivré par un organisme habilité.
Dans tous les cas, ils devront bénéficier de l'acceptation en garantie de la commission technique des assurances.
Pour les matériels non agréés, l'entrepreneur devra être en mesure de présenter, à la demande du Bureau de Contrôle ou du B.E.T., les avis techniques et préavis d'essais nécessaires.

L'entrepreneur devra, en particulier, fournir les procès-verbaux d'essais des matériels "sensibles", notamment :

- Des modules photovoltaïques
- Du mode de pose des panneaux sur la structure

Les matériels seront choisis et installés dans les conditions définies par les normes, les DTU, les différentes réglementations les concernant ainsi que les prescriptions des constructeurs.

Echantillons :

A la date fixée par le Maître d'Œuvre, l'entrepreneur devra fournir les échantillons des matériels et appareillages qu'il sera amené à installer. Aucun matériel ne devra être commandé avant approbation de la Maîtrise d'Œuvre (Architecte et BET), du Maître d'Ouvrage et des Utilisateurs.
Dans tous les cas, les matériels et équipements devront être conformes aux caractéristiques techniques, esthétiques et dimensionnelles définies dans le CCTP.
Tout matériel ne répondant aux exigences du CCTP ou à la réglementation sera refusé et l'entrepreneur devra proposer d'autres équipements conformes.
Pour les équipements encombrants, l'entrepreneur pourra fournir des documentations techniques en couleur, permettant de juger des performances et généralités les concernant.

Pour les matériels non agréés, l'entrepreneur devra être en mesure de présenter, à la demande des Bureaux de Contrôle ou du B.E.T., les avis techniques et essais nécessaires.

Prototypes :

Pour certains équipements non industrialisés correspondants à un assemblage de plusieurs matériels, il pourra être demandé à l'entrepreneur de réaliser à la demande de la Maîtrise d'Œuvre, des prototypes permettant de juger de leur performance ou leur compatibilité avec les désirs de l'Architecte ou du Bureau d'Etudes, et ce sans supplément de prix.

2.2.3.3 - Repérage

L'ensemble des installations sera correctement étiqueté afin de pouvoir rechercher rapidement les causes d'une panne (armoires regroupant organes de protection et de commande, cheminements des liaisons, signification des voyants lumineux, usage des protections, etc.), chaque appareil sera repéré par étiquette gravée, indiquant l'utilisation et le repérage conformément au schéma ; le repérage indiquera en clair le nom des locaux desservis et les appareils alimentés, tous les conducteurs devront être numérotés et porteront à chaque extrémité un porte-étiquette en matière plastique, avec les repères correspondants aux plans et schémas d'exécution, l'étiquetage par ruban adhésif sera refusé, l'identification des circuits par le code des couleurs sera conforme aux normes.

L'armoire générale aura une étiquette gravée et rivetée indiquant "ARMOIRE ELECTRIQUE GENERALE".

Dans le cas où une armoire serait installée dans un local spécifique, les inscriptions appropriées devront être apposées sur la porte d'accès, indiquant notamment :

- ARMOIRE ELECTRIQUE DANGER,
- Ne pas encombrer l'accès,
- Personne à prévenir en cas d'incident,
- Tous autres renseignements utiles,
- Les étiquettes prévues pour prévenir des dangers électriques.

L'entrepreneur devra un repérage clair et durable de son installation. En particulier, chaque départ des tableaux de protection devra être soigneusement étiqueté.

Les câbles ou leurs conduits seront soigneusement repérés de façon lisible et durable à chacune de leur extrémité.

Le conducteur neutre possèdera un revêtement de couleur bleu clair et le conducteur de protection sera de la double couleur vert jaune. Toutes les canalisations devront comporter un conducteur de protection vert jaune.

Les conducteurs de protection seront impérativement inclus dans la même canalisation que les conducteurs actifs, sauf dans le cas de câbles unipolaires où ils seront regroupés et attachés ensemble par collier RILSAN.

### 2.2.4 - Armoire de protection des circuits

Il sera conforme à la norme NF EN 60439.1, en tôle d'acier pour P>100KVA, en plastique ou en tôle d'acier pour P<100KVA, classe 1 ou 2, peinture émail cuite au four, étanches à l'eau ou aux poussières suivant les conditions d'influences externes, portes sur charnières invisibles fermant à clefs par serrures Ronis, toutes les clefs possédant le même numéro, avec pochette porte-plan, dimensions appropriées au matériel installé avec réserve de place de 30%.

Les appareils, fixés sur châssis réglable, seront implantés en séparant les ensembles lumière, P.C., force motrice. Les distances parties actives, parties métalliques étant conformes aux normes de sécurité, tous les appareils seront repérés.

Les appareils de commande et de signalisation seront groupés en face avant de l'armoire et repérés par étiquettes vissées.

Les fils H07 VR de section 1,5mm² mini., seront montés sous goulotte plastique (en torons sur la porte). Les raccordements aux appareils se feront par cosses serties ou embouts, tous les fils étant repérés.

Un bornier soigneusement repéré sera réalisé pour tous les câbles de section inférieure à 10mm², ceux de section supérieure pouvant être raccordés directement à l'appareil correspondant, une barrette de cuivre permettra le raccordement des conducteurs de protection, chaque armoire sera livrée avec son schéma de principe comportant les mêmes repères que les appareils.

### 2.2.5 - Liaison équipotentielles

2.2.5.1 - Liaisons équipotentielles

**Liaison équipotentielle principale**
Cette liaison reliera les masses métalliques accessibles de l'installation, susceptibles d'être mises sous tension, à la prise de terre des masses. La liaison principale sera établie entre le collecteur général et la prise de terre suivant les prescriptions des normes en vigueur.

Elle reliera principalement : (liste non exhaustive)

- Les canalisations métalliques résistantes pénétrant dans le bâtiment
- Les éléments de structure métallique susceptible d'être mis sous tension
- Les chemins de câbles de distribution électriques Courants Forts,
- Les châssis et portes d'armoires électriques
- Les gaines métalliques des câbles Courants Forts et Courants Faibles à chacune de leur extrémité

Le conducteur principal d'équipotentialité doit être réalisé à l'aide de conducteurs de même section que le conducteur principal de protection de l'installation. Sa section ne pourra être inférieure à 6mm2 mais pourra être limitée à 25mm2. La section des conducteurs de protections sera déterminée suivant la norme NFC 15.100.

### 2.2.6 - Protection contre les effets indirects de la foudre

2.2.6.1 - Protections passives

Ces ouvrages comprennent principalement :

- Réalisation d'interconnexions équipotentielles pour l'ensemble des masses métalliques et des prises de terre du bâtiment.
- Tous les réseaux électriques du bâtiment devront avoir la même référence de potentiel.
- Réalisation d'interconnexions équipotentielles pour l'ensemble des masses métalliques du système photovoltaïque.

2.2.6.2 - Protections actives

**Généralités**
Ces équipements seront conformes à la norme NFC 61-740 et seront choisis et installés conformément à la norme UTE C15-531 et le guide UTE C15-443 complétant la norme ainsi que les chapitres 443 et 534 de la norme NFC 15-100.

Il sera prévu la mise en place de différents dispositifs de protection à l'origine des installations, à certains points sensibles. Ces dispositifs devront limiter les surtensions et limiter les courants de Mode Communs.

IMPORTANT : Certains équipements peuvent être définis à ce stade de l'étude, notamment les équipements à l'origine des alimentations, mais certains telle que la protection des équipements terminaux ne peut pas l'être sans connaître tous les équipements installés et les types et cheminements des canalisations. La définition de ces équipements nécessite une étude spécifique d'analyse de sûreté à réaliser par un organisme agréé.

En conséquence dans le présent lot, il sera uniquement prévu les équipements à l'origine de l'installation et, le Maître d'Ouvrage ou le Maître d'Usage pourra faire réaliser, en cours ou en fin de travaux, une analyse de risque et de sûreté par un organisme agréé.

Le coût de cette étude et les travaux en découlant ne sont pas à prévoir au présent lot.

**Installations des parafoudres**
Les parafoudres seront tous interconnectés à la même terre de référence : prise de terre des masses pour les lignes électriques et 0 volt pour les équipements électroniques. Les liaisons entre les parafoudres et la terre devront être de 50 cm maximum.

Les parafoudres seront équipés de dispositifs de déconnexion conformément à la norme UTE C 15443.
Ils seront associés à des dispositifs de protection conformément à la norme UTE C 15-443 et aux prescriptions des constructeurs. Les protections seront de type disjoncteur différentiel.

Dans le choix des matériels, il sera prévu une coordination entre parafoudres. Ces associativités seront définies avec les constructeurs.

Les parafoudres susceptibles d'émettre des perturbations électromagnétiques créant des perturbations au niveau des boucles électriques seront évités et ne seront pas intégrés aux armoires de protection.

### 2.2.7 - Distributions électriques

**Généralités**
Les canalisations seront choisies, calculées et exécutées conformément aux normes et règlements en vigueur, ainsi qu'aux impératifs techniques de la sécurité.
Lorsque les canalisations seront posées en apparent, leur fixation devra être durable dans le temps et réalisée de façon esthétique.
Les canalisations seront non-propagatrices de la flamme.

Les canalisations seront posées sur chemins les chemins de câbles principaux.

**Choix des canalisations :**

- Chemins de câbles type tôle galvanisée avec ailes à bords retournés, hauteur d'ailes 51mm, série BRS de TOLARTOIS ou équivalent.
- Tube IRL PVC en apparent dans les locaux techniques
- Telex rail galvanisé de Télexrail de TOLARTOIS ou équivalent, pour les canalisations secondaires
- Goulotte PVC UNEX U23X pour la distribution photovoltaïque en extérieur
- Tube IK10

* Dérivations :
Les dérivations et raccordements seront effectués à l'aide de bornes à vis dans des boites de dérivations encastrées où apparentes suivant le cas. Ces boites seront largement dimensionnées et clairement identifiées. Les raccordements à l'intérieur de ces boîtes resteront accessibles.

* Repérage :

Les câbles ou leurs conduits ainsi que les boîtiers de dérivation seront soigneusement repérés de façon claire et durable dans le temps.

**Mode de pose des canalisations et conducteurs**

En aucun cas, les câbles seront posés directement sur les faux plafonds mais sous tube IRL ou par tout autre moyen de fixation.
Pour les parcours communs de plus de trois câbles, il sera obligatoirement fait usage de goulottes ou de fourreaux.
Les modes de pose devront permettre de retirer les canalisations pour leur remplacement éventuel ou l'adjonction de câbles supplémentaires.
La pose des canalisations sera réalisée de la façon le plus esthétique possible.

** Chemins de câbles*

Afin de faciliter le passage des câbles, les chemins de câbles seront posés, de préférence, en applique ou en plafond sur console plutôt qu'en plafond par suspente à tige filetée. Tous les supports et équipements métalliques seront protégés contre la corrosion.
Les chemins de câbles seront largement dimensionnés avec une réserve de 30 %.

Les câbles de section supérieure à 25mm2 seront posés en une seule couche et les câbles de sections inférieures seront superposés. Dans le cas de superposition, il sera tenu compte de coefficients de proximité dans le calcul des sections de câbles.

** Conduits et fourreaux*

Les coefficients de remplissage des conduits définis par les normes devront être respectés. Les conducteurs devront être posés après coulage des tubes, il devra toujours être possible de remplacer les conducteurs.

** Locaux à risques mécaniques*

Dans les locaux à risques mécaniques, les câbles seront protégés par des tubes MRL ou des chemins de câbles avec couvercles jusqu'à une hauteur de 2m au-dessus du sol.

** Fixations*

L'entrepreneur du présent lot devra l'ensemble des fixations et des supports nécessaires à la réalisation de son installation. Elles seront réalisées de façon durable et le plus esthétique possible.
Les fixations sur les éléments de charpente se feront uniquement par serrage et non par perçage ou soudure.

** Dérivations*

Les dérivations et raccordements seront effectués à l'aide de bornes à vis dans des boites de dérivations encastrées où apparentes suivant le cas. Ces boites seront largement dimensionnées, elles serviront aux raccordements d'un seul circuit et seront clairement repérées. Les raccordements à l'intérieur de ces boites devront rester accessibles.
Pour les dérivations des câbles résistants au feu, les boîtes et les blocs de raccordements seront du type incombustible.
Conformément à la norme C15100, le "repiquage" sur les luminaires est interdit sauf si les luminaires sont prévus pour cet usage (luminaires fluorescents avec bornes adaptées). Les dérivations se feront sous boîtes de dérivations.

**Repérage**

Les câbles ou leurs conduits seront soigneusement repérés de façon claire et durable dans le temps au niveau des armoires de distribution.

Le conducteur neutre possédera un revêtement de couleur bleu clair et le conducteur de protection sera de la double couleur vert-jaune. Toutes les canalisations devront comporter un conducteur de protection vert jaune.
Les conducteurs de protection seront impérativement inclus dans la même canalisation que les conducteurs actifs, sauf dans le cas de câbles unipolaires où ils seront regroupés et attachés ensemble par collier RILSAN.